

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 25 日 (25.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/125067 A1

(51) 国际专利分类号:
G01M 7/06 (2006.01) **F16F 15/02** (2006.01)
G01M 13/00 (2019.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/104277

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 4 日 (04.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811568015.2 2018 年 12 月 21 日 (21.12.2018) CN

(71) 申请人: 东北大学 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号行政楼, Liaoning 110819 (CN)。

(72) 发明人: 仇越 (QIU, Yue); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号行政楼, Liaoning 110819 (CN)。 罗忠 (LUO, Zhong); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号行政楼, Liaoning 110819 (CN)。 朱云鹏 (ZHU, Yunpeng); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号行政楼, Liaoning 110819 (CN)。 韩贵鑫 (HAN, Guixin); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷 11 号行政楼, Liaoning 110819 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: TESTING DEVICE FOR QUASI-ZERO STIFFNESS VIBRATION ISOLATOR

(54) 发明名称: 一种准零刚度隔振器试验装置

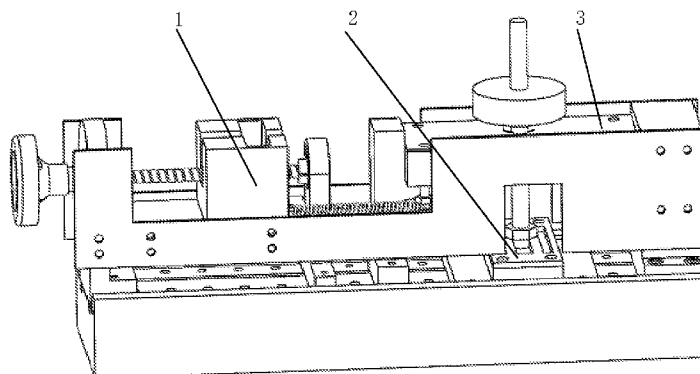


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a testing device for a quasi-zero stiffness vibration isolator. The testing device comprises a negative stiffness adjusting mechanism (1), a positive stiffness adjusting mechanism (2), and a beam-damping block mechanism (3). The negative stiffness adjusting mechanism (1) and the positive stiffness adjusting mechanism (2) are sequentially connected, and are mounted on the beam-damping block mechanism (3). According to the device, the smooth and steady longitudinal vibration of a tested system can be achieved, and a positive stiffness value and a negative stiffness value of the overall mechanism can be flexibly adjusted. The testing device is suitable for a vibration model test of a quasi-zero stiffness vibration isolator, and problems such as that the existing quasi-zero stiffness vibration isolator device has a complicated usage method which is incapable of flexibly adjusting the stiffness of the overall mechanism, and that the process of replacing a stiffness element is complicated are solved.

(57) 摘要: 一种准零刚度隔振器的试验装置, 包括负刚度调节机构 (1)、正刚度调节机构 (2)、梁-阻尼块机构 (3)。负刚度调节机构 (1)、正刚度调节机构 (2) 依次相连, 并安装在梁-阻尼块机构 (3) 上。装置既可实现被测系统平稳的纵向振动, 又可对整体机构的正刚度与负刚度值进行灵活调整。适用于准零刚度隔振器的振动模型试验, 解决了现准零刚度隔振器装置使用方法复杂、无法灵活调整整体机构刚度、刚度元件替换过程复杂等问题。

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

一种准零刚度隔振器试验装置

技术领域

本发明属于隔振器振动响应试验技术领域，涉及一种正、负刚度都可灵活调整的准零刚度隔振器的试验装置。

背景技术

工程技术中普遍存在着物理状态的循环变化或物体的往复运动现象即振动现象，车辆的震动让人感到不适，精密仪器的振动会影响测量的结果，地震的振动会对楼房的结构产生影响，桥梁和房屋的剧烈震动，在共振时可能发生突然崩塌，酿成死伤的悲剧，隔振器可以减缓该问题的影响。由于该问题属于复杂非线性振动动力学问题，涉及到冲击载荷、谐振、刚度非线性、阻尼非线性、材料非线性以及瞬态动力学等。目前的理论分析方法根本无法解决此类问题，因此试验研究是此类问题最有效的解决方法。由于其工作环境复杂、外物形状不一、因此模型试验的选用具有重要意义。

目前常用的隔振试验大多以几个刚度元件组合，搭建准零刚度隔振器试验平台，其不足之处在装置刚度的范围调节不灵活，装置的结构繁琐，装置的元件替换不方便、刚度元件的装载较为繁琐等。

发明内容

针对现有技术存在的问题，本发明提供了一种准零刚度隔振器的试验装置，本发明可以通过对平台的正刚度值、负刚度值进行灵活调整，从而实现系统整体刚度值的调节；还可以稳定被测梁的纵向的振动方向，降低其他方向的振动对试验结果带来的影响；也可实现刚度元件的随时替换；这种试验装置功能更为全面，系统的刚度值的调节方法更为简便，较现有方法提高了调节精度，同时缩短了试验周期。

为了实现上述的目的，本发明采用如下技术方案：

一种准零刚度隔振器的试验装置，该准零刚度隔振器的试验装置包括负刚

度调节机构，正刚度调节机构，梁—阻尼块机构。

所述的负刚度调节机构通过调节丝杠手轮，来带动移动执行机构进行水平方向的平移，进而影响弹簧的拉压状态，从而实现对整体装置负刚度的调整；负刚度调节机构包括丝杠手轮、轴承座 A、底部支撑板、丝杠、移动执行机构、丝杠滑块、轴承座 B、弹簧、螺栓、螺母、深沟球轴承；所述的底部支撑板通过螺钉与轴承座 A 和轴承座 B 相连；轴承座 A 和轴承座 B 通过螺栓固定在机架上；丝杠通过深沟球轴承固定在轴承座 A 与轴承座 B 上，其前端通过螺钉与丝杠手轮进行连接固定；移动执行机构被丝杠穿过，并通过丝杠滑块和丝杠相配合，确保移动执行机构可在底部支撑板上进行左右移动；弹簧一端固定在移动执行机构上，另一端与螺栓相连，并通过螺母与螺栓之间的配合进行固定。

所述的正刚度调节机构通过对螺母进行调节，进而对镂空钢板的弯曲程度进行调节，以实现整体系统正刚度值的调整；所述的正刚度调节机构包括机架、底部支撑机座、镂空钢板、螺母；所述的底部支撑机座顶部通过螺钉与镂空钢板相连，底部通过螺栓固定在机架上；支撑杆穿过机架并与螺母相配合，旋转螺母便可实现螺母在支撑杆上的上下移动，从而实现对镂空钢板的挤压，来调整镂空钢板的弯曲程度，从而通过钢板刚度的变化来完成对整体系统的正刚度值调节。

所述的梁-阻尼块机构包括支撑板、支撑座 A、阻尼块、钢板、支撑杆、质量块、支撑座；所述的支撑板通过螺钉固定在支撑座 B 和轴承座 A 上，用来限制阻尼块和钢板的左右窜动；支撑杆通过孔轴配合与质量块、钢板和阻尼块相连接，从而使梁—阻尼块机构与镂空钢板相连接；支撑座 A 和支撑座 B 通过螺栓固定在机架上，其用来对阻尼块和钢板的窜动进行限制，从而保证系统振动时的稳定性。

一种准零刚度隔振器的试验装置的刚度调节方法步骤如下：

步骤一：针对整体系统负刚度值进行调节；

通过控制丝杠手轮的转动，来实现丝杠滑块的移动，从而带动移动执行机构在底部支撑板进行移动，弹簧一端固定在螺栓上，一端固定在移动执行机构上，移动执行机构的左右运动，带动弹簧进行压缩或拉伸，从而实现对整体系统的负刚度值的调节。

步骤二：针对整体系统正刚度值进行调节；

通过旋转螺母来实现对镂空钢板的挤压，通过调节螺母在支撑杆的位置来调整镂空钢板的弯曲程度，从而通过钢板刚度的变化来完成对整体系统正刚度值的调节，底部支撑机座和镂空钢板的配合来保证正刚度调节机构运行的稳定性与准确性。

步骤三：对振动时的梁-阻尼块机构进行横向位移的限位；

通过支撑板与支撑座 B 和轴承座 A 的固接，对梁-阻尼块机构在振动时的横向位移进行了限位，使梁-阻尼块机构在对机构加上振动时可以进行纵向的振动。

步骤四：针对整体机构的准零刚度进行了设计

通过纵向钢板的刚度 k_1 与横向弹簧刚度 k_2 ，调整与组合使整体机构的刚度达到接近于零的状态，质量块的质量为 m ，对整体机构施加的力为 $F(t)$ ，横向弹簧的位移为 x_0 ，梁的一半长度 L ，整体机构的振动响应公式为： $m\ddot{y} + c\dot{y} + \left(k_1 - 2\frac{k_2}{L}x_0\right)y = F(t)$ 。

本发明的一种变刚度隔振器的试验装置，增加了负刚度元件，采用了全新的设计方案，解决现有装置体积庞大、操作复杂、无法完成灵活调节刚度、更换刚度元件困难等问题。横向的弹簧作为整体系统的负刚度元件，通过手轮控制丝杠滑块的位移来控制横向弹簧负刚度元件的刚度大小，通过螺栓的拧紧控制钢板弯曲以控制垂直方向正刚度元件的刚度大小，从而实现系统整体的刚度调整，在初始安装阶段通过移动移动执行机构，可实现横向弹簧负刚度元件的灵活安装与卸载。

附图说明

图 1 为本发明一种准零刚度隔振器的试验装置整体结构示意图；

图 2 为本发明一种准零刚度隔振器的试验装置负刚度调节机构示意图；

图 3 为本发明一种准零刚度隔振器的试验装置正刚度调节机构示意图；

图 4 为本发明一种准零刚度隔振器的试验装置梁—阻尼块机构结构示意图；

图 5 为本发明一种准零刚度隔振器的试验装置的机构简图；

图中：1 负刚度调节机构；2 正刚度调节机构；3 梁—阻尼块机构；

101 手轮；102A 轴承座；103 底部支撑板；104 丝杠；105 移动执行机构；
106 丝杠滑块；107B 轴承座；108 弹簧；109 螺栓；110 螺母；111 深沟球轴承；
201 机架；202 底部支撑机座；203 镂空钢板；204 螺母；
301 支撑板；302A 支撑座；303 阻尼；304 钢板；305 支撑杆；306 质量块；
307B 支撑座；

401 整体机构施加的力；402 质量块质量；403 纵向钢板的刚度；404 梁的一半长度；405 横向弹簧刚度；406 横向弹簧的位移。

具体实施方式

下面结合附图和技术方案，进一步说明本发明的具体实施方式。

如图 1 所示，本发明所述的一种准零刚度隔振器的试验装置整体结构，包括负刚度调节机构 1，正刚度调节机构 2，梁—阻尼块机构 3。

如图 2 所示，所述的负刚度调节机构 1 用于对系统的负刚度值进行调节；负刚度调节机构包括丝杠手轮 101、轴承座 A102、底部支撑板 103、丝杠 104、移动执行机构 105、丝杠滑块 106、轴承座 B107、弹簧 108、螺栓 109、螺母 110、深沟球轴承 111；所述的底部支撑板 103 通过螺钉与轴承座 A102 和轴承座 B107 相连；轴承座 A 和轴承座 B 通过螺栓固定在机架 201 上；丝杠 104 通过深沟球轴承 111 固定在轴承座 A 与轴承座 B 上，其前端通过螺钉与丝杠手轮 101 进行连接固定；移动执行机构 105 被丝杠 104 穿过，并通过丝杠滑块 106 和丝杠相

配合，确保移动执行机构 105 可在底部支撑板上进行左右移动；弹簧 108 一端固定在移动执行机构上，另一端与螺栓 109 相连，并通过螺母 110 与螺栓之间的配合进行固定。

如图 3 所示，所述的正刚度调节机构 2 包括机架 201；底部支撑机座 202；镂空钢板 203；螺母 204；所述的底部支撑机座 202 顶部通过螺钉与镂空钢板 203 相连，底部通过螺栓固定在机架 201 上；支撑杆 305 穿过机架 201 并与螺母 204 相配合，旋转螺母便可实现螺母在支撑杆上的上下移动，从而实现对镂空钢板 203 的挤压，来调整镂空钢板 203 的弯曲程度，从而通过钢板刚度的变化来完成对整体系统的正刚度值调节。

如图 4 所示，所述的梁-阻尼块机构包括支撑座 A302；阻尼块 303；钢板 304；支撑杆 305；质量块 306；支撑座 B307；所述的支撑板 301 通过螺钉固定在支撑座 B307 和轴承座 A102 上，用来限制阻尼块 303 和钢板 304 的左右窜动；支撑杆 305 通过孔轴配合与质量块 306、钢板 304 和阻尼块 303 相连接，从而使梁-阻尼块机构 3 与镂空钢板 203 相连接；支撑座 A302 和支撑座 B307 通过螺栓固定在机架 201 上，其用来对阻尼块 303 和钢板 304 的窜动进行限制，从而保证系统振动时的稳定性。

一种准零刚度隔振器的试验装置刚度调节方法步骤如下：

步骤一：针对整体机构负刚度值进行调节；通过控制丝杠手轮 101 的转动，来实现丝杠滑块 106 的移动，从而带动移动执行机构 105 在底部支撑板 102 上进行移动；弹簧 108 一端固定在螺栓 109 上，另一端固定在移动执行机构 105 上，移动执行机构 105 的左右运动，带动弹簧 108 进行压缩或拉伸，从而实现对整体系统的负刚度值的调节。

步骤二：针对整体机构正刚度值进行调节；通过旋转螺母 204，来实现对镂空钢板 203 的挤压，通过调节螺母 204 的位置来调整镂空钢板 203 的弯曲程度，从而通过钢板刚度的变化来完成对整体系统正刚度值的调节，底部支撑机座 202

和镂空钢板 203 的配合来保证正刚度调节机构运行的稳定性与准确性。

步骤三：对振动时的梁-阻尼块机构进行横向位移的限位；通过支撑板 301 与支撑座 B307 和轴承座 A102 的固接，对梁-阻尼块机构在振动时的横向位移进行了限位，使梁-阻尼块机构在对机构加上振动时可以进行纵向的振动。

步骤四：针对整体机构的准零刚度进行了设计

通过纵向钢板的刚度 k_1 403 与横向弹簧刚度 k_2 405，调整与组合使整体机构的刚度达到接近于零的状态，质量块 306 的质量为 m 402，对整体机构施加的力为 $F(t)$ 401，横向弹簧的位移为 x_0 406，梁的一半长度 L 404，整体机构的振动响应公式可以表示为：

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + \left(k_1 - 2\frac{k_2}{L}x_0\right)y = F(t)。$$

权利要求书

1.一种准零刚度隔振器的试验装置，其特征在于，包括负刚度调节机构（1）、正刚度调节机构（2）和梁-阻尼块机构（3）；

所述的负刚度调节机构（1）通过调节丝杠手轮（101），来带动移动执行机构（105）进行水平方向的平移，进而影响弹簧（108）的拉压状态，从而实现整体装置负刚度的调整；负刚度调节机构包括丝杠手轮（101）、轴承座 A（102）、底部支撑板（103）、丝杠（104）、移动执行机构（105）、丝杠滑块（106）、轴承座 B（107）、弹簧（108）、螺栓（109）、螺母（110）和深沟球轴承（111）；所述的底部支撑板（103）通过螺钉与轴承座 A（102）和轴承座 B（107）相连；轴承座 A（102）和轴承座 B（107）通过螺栓固定在机架（201）上；丝杠（104）通过深沟球轴承（111）固定在轴承座 A（102）与轴承座 B（107）上，其前端通过螺钉与丝杠手轮（101）进行连接固定；移动执行机构（105）被丝杠（104）穿过，并通过丝杠滑块（106）和丝杠（104）相配合，确保移动执行机构（105）可在底部支撑板（103）上进行左右移动；弹簧（108）一端固定在移动执行机构（105）上，另一端与螺栓（109）相连，并通过螺母（110）与螺栓之间的配合进行固定；

所述的正刚度调节机构（2）通过对螺母（204）进行调节，进而对镂空钢板（203）的弯曲程度进行调节，以实现整体系统正刚度值的调整；所述的正刚度调节机构（2）包括机架（201）、底部支撑机座（202）、镂空钢板（203）、螺母（204）；所述的底部支撑机座（202）顶部通过螺钉与镂空钢板（203）相连，底部通过螺栓固定在机架（201）上；支撑杆 305 穿过机架（201）并与螺母（204）相配合，旋转螺母（204）便可实现螺母在支撑杆（305）上的上下移动，从而实现了对镂空钢板（203）的挤压，来调整镂空钢板的弯曲程度，从而通过钢板刚度的变化来完成对整体系统的正刚度值调节；

所述的梁-阻尼块机构(3)包括支撑板(301)、支撑座 A(302)、阻尼块(303)、钢板(304)、支撑杆(305)、质量块(306)、支撑座 B(307);所述的支撑板(301)通过螺钉固定在支撑座 B(307)和轴承座 A(102)上,用来限制阻尼块和钢板的左右窜动;支撑杆(305)通过孔轴配合与质量块(306)、钢板(304)和阻尼块(303)相连接,从而使梁-阻尼块机构(3)与镂空钢板(203)相连接;支撑座 A(302)和支撑座 B(307)通过螺栓固定在机架(201)上,其用来对阻尼块和钢板的窜动进行限制,从而保证系统振动时的稳定性。

2.根据权利要求 1 所述的一种准零刚度隔振器的试验装置,其特征在于,对振动时的梁-阻尼块机构进行横向位移的限位,通过支撑板(301)与支撑座 B(307)和轴承座 A(102)固接,对梁-阻尼块机构在振动时的横向位移进行了限位,使梁-阻尼块机构在对机构加上振动时可以进行纵向的振动。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的一种准零刚度隔振器的试验装置,其特征在于,充当机构刚度元件的弹簧(108)与镂空钢板(202)的更换较为简便,卸载镂空钢板(203)固定在底部支撑机座(202)之间的螺钉,即对镂空钢板(203)更换;通过对移动执行机构(105)的位置进行左右调节,使弹簧(108)处于松弛状态,便对弹簧(108)进行卸载和更换。

4.用权利要求 1-3 任一所述一种准零刚度隔振器的试验装置的刚度调节方法,其特征在于,步骤如下:

步骤一:针对整体机构负刚度值进行调节;

通过控制丝杠手轮(101)的转动,来实现丝杠滑块(106)的移动,从而带动移动执行机构(105)在底部支撑板(102)上进行移动;弹簧(108)一端固定在螺栓(109)上,另一端固定在移动执行机构(105)上,移动执行机构(105)的左右运动,带动弹簧(108)进行压缩或拉伸,从而实现对整体系统

的负刚度值的调节；

步骤二：针对整体机构正刚度值进行调节；

通过旋转螺母（204）来实现对镂空钢板（203）的挤压，调节螺母（204）的位置来调整镂空钢板（203）的弯曲程度，从而通过钢板刚度的变化来完成对整体系统正刚度值的调节，底部支撑机座（202）和镂空钢板（203）的配合来保证正刚度调节机构运行的稳定性与准确性；

步骤三：对振动时的梁-阻尼块机构进行横向位移的限位；

通过支撑板（301）与支撑座B（307）和轴承座A（102）的固接，对梁-阻尼块机构在振动时的横向位移进行了限位，使梁-阻尼块机构在对机构加上振动时进行上下方向的纵向振动；

步骤四：针对整体机构的准零刚度进行了设计

通过纵向钢板的刚度（403） k_1 与横向弹簧刚度（405） k_2 的调整与组合使整体机构的刚度达到接近于零的状态，质量块（306）的质量（402）为 m ，对整体机构施加的力（401）为 $F(t)$ ，横向弹簧的位移（406）为 x_0 ，梁的一半长度（404） L ，整体机构的振动响应公式表示为：

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + \left(k_1 - 2\frac{k_2}{L}x_0\right)y = F(t)$$

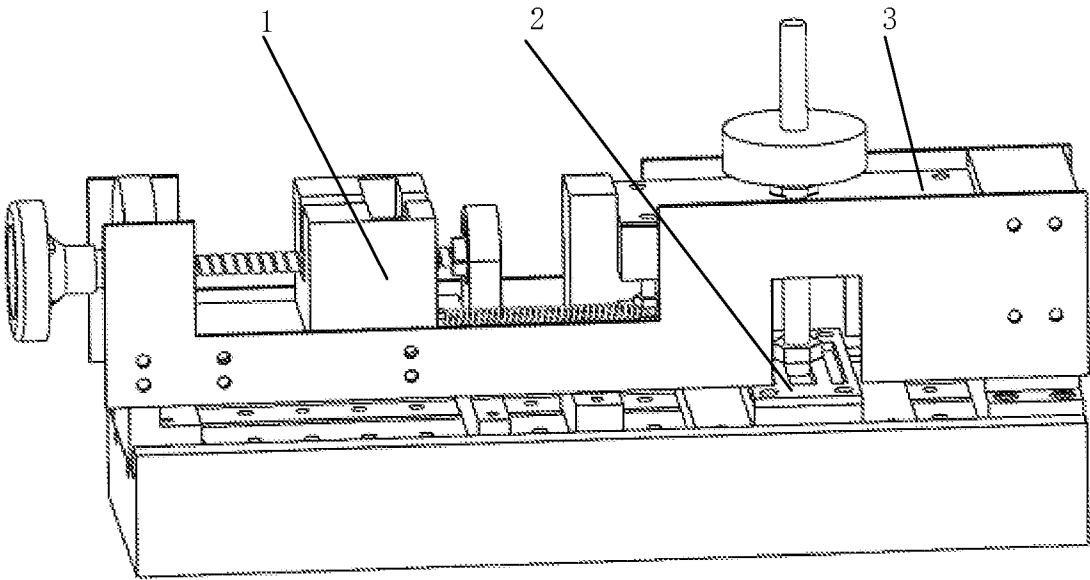


图 1

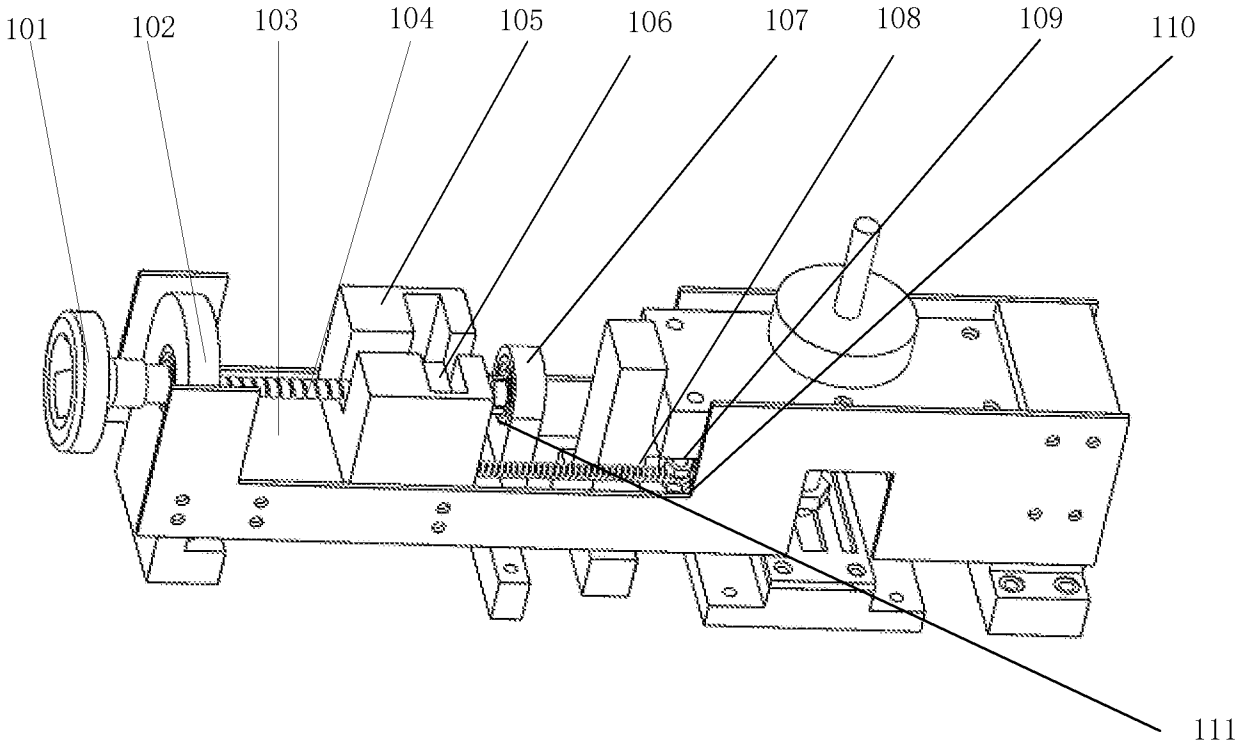


图 2

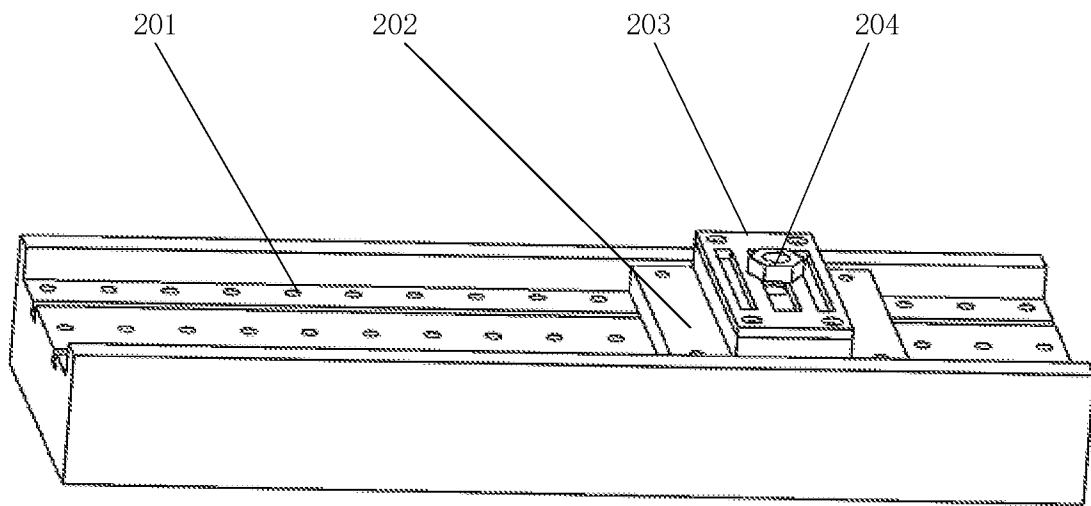


图 3

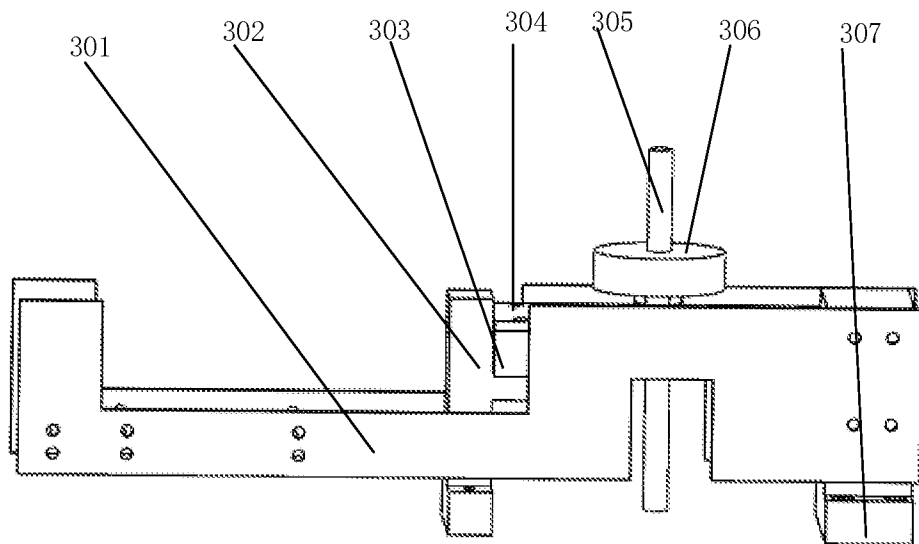


图 4

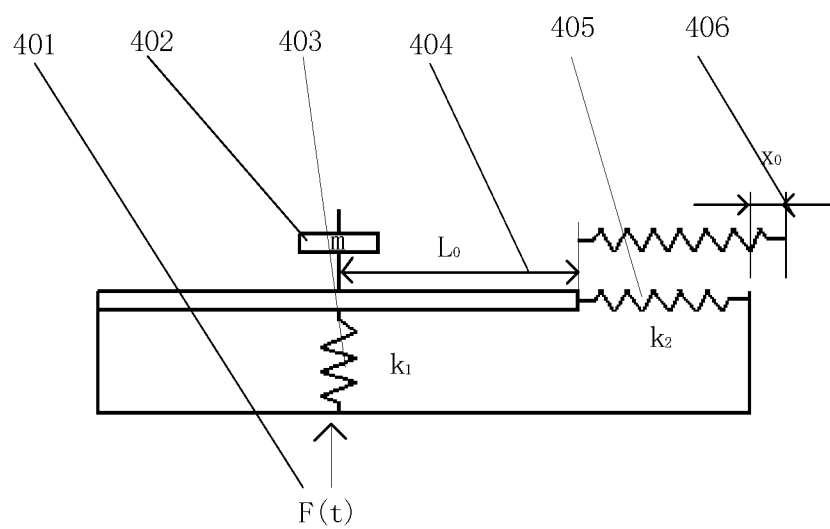


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/104277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 7/06(2006.01)i; G01M 13/00(2019.01)i; F16F 15/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01M7/-;G01M13/-;F16F15/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI; CNABS; CNTXT: 准零刚度, 隔振, 负刚度, 正刚度, 弹簧, 检测, 试验, 检验; VEN, DWPI, SIPOABS: stiffness, vibrat
+, isolation, spring, check, test, measur+**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109540493 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 29 March 2019 (2019-03-29) claims 1-9	1-4
A	CN 108302155 A (SHENYANG YUANDA EQUIPMENT TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 July 2018 (2018-07-20) description, paragraphs [0017]-[0057], and figures 1 and 2	1-4
A	CN 108757799 A (TIANJIN INSTITUTE OF AEROSPACE MECHANICAL AND ELECTRICAL EQUIPMENT) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-4
A	CN 103453062 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 18 December 2013 (2013-12-18) entire document	1-4
A	CN 204666087 U (SHENZHEN RESEARCH INSTITUTE OF THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY) 23 September 2015 (2015-09-23) entire document	1-4
A	US 2010001445 A1 (TOKKYOKIKI CORP) 07 January 2010 (2010-01-07) entire document	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 November 2019

Date of mailing of the international search report

12 December 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/104277

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109540493	A	29 March 2019	CN	109540493	B	25 October 2019
CN	108302155	A	20 July 2018	CN	108302155	B	02 August 2019
CN	108757799	A	06 November 2018	None			
CN	103453062	A	18 December 2013	CN	103453062	B	17 June 2015
				WO	2015021820	A1	19 February 2015
CN	204666087	U	23 September 2015	HK	1205629	A2	18 December 2015
US	2010001445	A1	07 January 2010	JP	2010014159	A	21 January 2010
				JP	5064316	B2	31 October 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/104277

A. 主题的分类

G01M 7/06(2006.01)i; G01M 13/00(2019.01)i; F16F 15/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01M7/-;G01M13/-;F16F15/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI;CNABS;CNTXT: 准零刚度, 隔振, 负刚度, 正刚度, 弹簧, 检测, 试验, 检验 VEN, DWPI, SIPOABS: stiffness, vibrat+, isolation, spring, check, test, measur+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109540493 A (东北大学) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 权利要求1-9	1-4
A	CN 108302155 A (沈阳远大装备科技有限公司) 2018年 7月 20日 (2018 - 07 - 20) 说明书第[0017]-[0057]段, 图1-2	1-4
A	CN 108757799 A (天津航天机电设备研究所) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-4
A	CN 103453062 A (华中科技大学) 2013年 12月 18日 (2013 - 12 - 18) 全文	1-4
A	CN 204666087 U (香港理工大学深圳研究院) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23) 全文	1-4
A	US 2010001445 A1 (TOKKYOKIKI CORP) 2010年 1月 7日 (2010 - 01 - 07) 全文	1-4

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 11月 27日

国际检索报告邮寄日期

2019年 12月 12日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

魏晓薇

电话号码 86-010-62089508

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/104277

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109540493	A	2019年 3月 29日	CN 109540493 B	2019年 10月 25日
CN	108302155	A	2018年 7月 20日	CN 108302155 B	2019年 8月 2日
CN	108757799	A	2018年 11月 6日	无	
CN	103453062	A	2013年 12月 18日	CN 103453062 B	2015年 6月 17日
				WO 2015021820 A1	2015年 2月 19日
CN	204666087	U	2015年 9月 23日	HK 1205629 A2	2015年 12月 18日
US	2010001445	A1	2010年 1月 7日	JP 2010014159 A	2010年 1月 21日
				JP 5064316 B2	2012年 10月 31日